

Japanese Patent Application Laid-open No. 2000-137191

White light from a lamp is separated into three light components by dichroic mirrors, and a DMD in an area corresponding to 1/3 the formed screen is illuminated with each light component. As the dichroic mirrors for separating the white light, two rotary dichroic mirrors whose characteristic change every 120° in the circumferential direction are used, and red, green, and blue light components are time-divisionally guided to the optical paths of the three light components, respectively. However, Japanese Patent Application Laid-open No. 2000-330043 has no description that the color to be projected to the screen is changed by changing the tilt angle of one pixel mirror.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-137191

(P2000-137191A)

(43) 公開日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 2 B 27/18		G 0 2 B 27/18	Z 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
	1/1335		5 3 0 5 C 0 6 0
G 0 3 B 21/14	5 3 0	G 0 3 B 21/14	A
33/12		33/12	

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-313125

(22) 出願日 平成10年11月4日 (1998. 11. 4)

(71) 出願人 592073101

日本アイ・ビー・エム株式会社

東京都港区六本木3丁目2番12号

(71) 出願人 594146168

株式会社アプティ

神奈川県藤沢市藤沢1031

(72) 発明者 石川 善元

神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・

ビー・エム株式会社藤沢事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

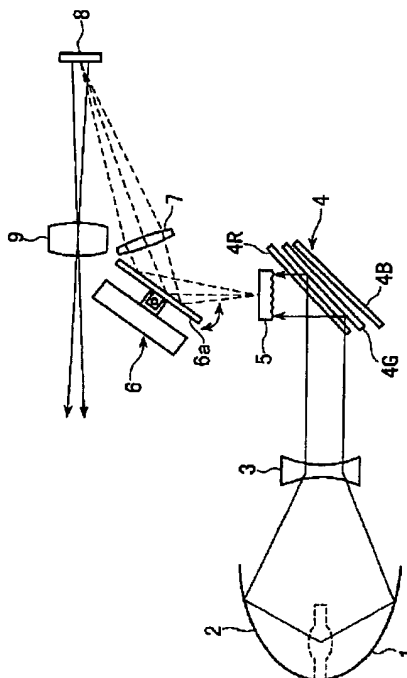
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単板式カラープロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 既存のライトバルブを利用しつつ高輝度化、低コスト化を図り、しかも充分な階調表現を可能にする。

【解決手段】 白色光源1からの光をダイクロイックミラー4により赤、緑、青の光束に分離し、この分離した光束をレンチキュラレンズ5に入射する。このレンズは粗ピッチレンチキュラレンズに入射した各色の光束をその1/3以下の径の光束に分離したサブバンドからなるカラーバンドセットに変換して細ピッチレンチキュラレンズから出射させる。この出射するカラーバンドセットをガルバノミラー6a、カップリングレンズ7を介してDMDパネル8の上に結像させる。そして、ガルバノミラーの回転によりDMDパネル上でカラーバンドセットをそのピッチだけ上下に往復移動走査するとともにDMDパネルを駆動し、DMDパネルから変調した光を投射レンズ9によってスクリーン上に投射する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 白色光源と、この白色光源からの白色光を複数の色の光束に分離すると共に各色の光束を異なる角度で反射する分離反射機構と、この分離反射機構からの各色の光束を、その各色の光束を所定の順序で配列した組をサブバンドとし、このサブバンドを複数、所定のピッチで配列したカラーバンドに変換する変換手段と、この変換手段からのカラーバンドを光変調を行うライトバルブ上に結像させる結像手段と、前記変換手段からのカラーバンドを前記ライトバルブに対してそのカラーバンドのピッチだけ走査する走査手段と、前記ライトバルブで変調した光を投射する投射手段とを備えたことを特徴とする単板式カラープロジェクタ。

【請求項2】 白色光源と、この白色光源からの白色光を複数の色の光束に分離すると共に各色の光束を異なる角度で反射する分離反射機構と、この分離反射機構からの各色の光束を、その各色の光束を所定の順序で配列した組をサブバンドとし、このサブバンドを複数、所定のピッチで配列したカラーバンドに変換する変換手段と、この変換手段からのカラーバンドを光変調を行うライトバルブ上に結像させる結像手段と、前記変換手段を移動制御し、この変換手段からのカラーバンドを前記ライトバルブに対してそのカラーバンドの複数ピッチ分連続的に走査する走査手段と、前記ライトバルブで変調した光を投射する投射手段とを備えたことを特徴とする単板式カラープロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光変調を行うライトバルブを1枚のみ使用した単板式カラープロジェクタに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶パネルなどからなるライトバルブを3枚使用する3板式プロジェクタが、その設置が容易である、可搬性がよい、高輝度が得られるなどの点で主流になっている。しかし、ライトバルブはコストが高く、このためライトバルブを3枚使用する装置は全体としてのコストが高くなるという問題があった。

【0003】また、液晶パネル等のライトバルブを1枚のみ使用した単板式カラープロジェクタも知られている。このものはライトバルブを3枚使用するものに比べて低コスト化を図ることができるが、従来の単板式カラープロジェクタは、例えば、特開昭59-230383号公報に開示されているようにライトバルブにモザイクカラーフィルタを使用したものでは、このカラーフィルタにより照射光の約2/3が吸収又は反射されるため、画面輝度が低下するという問題があった。しかも、要求される解像度がライトバルブを3枚使用するものに比べて3倍となるためライトバルブ1枚当たりのコストがかなり高くなり、全体として大幅なコスト低下は望めな

った。

【0004】また、特開平4-60538号公報に記載したものは、3枚のダイクロミックミラー群により3原色を角度方向に分離し、マイクロレンズと組み合わせることで3原色それぞれの焦点を結ばせることでカラーフィルタの代用とし、これにより照射光の利用効率を大幅に改善している。しかし、このものにおいてもカラーフィルタと同様、ライトバルブを3枚使用するものに比べて3倍の解像度が必要となるため、全体として大幅なコスト低下は望めなかった。

【0005】また、単板式のものとしては、回転カラーフィルタ円盤を用いた色順次表示方式のカラープロジェクタも知られている。この方式は、一つのピクセルに赤、緑、青の光を順次照射してフルカラー表示を行っている。この方式では要求されるライトバルブの解像度はライトバルブを3枚使用した場合と同じである。しかし、この方式では応答時間の短いライトバルブが必要となり、通常のカラープロジェクタに使用されている液晶パネルでは応答時間が長すぎて使用できない。このため、DMD (Digital Micromirror Device) や強誘電性液晶パネルなどの短い応答時間を持つライトバルブを使用することになるが、これらのライトバルブはオンとオフの状態の間をスイッチする双安定素子であり、例えば、階調表現をPWM (パルス幅変調) 制御によって、すなわち、オン時間を変化させることで実現する。この方式では、カラーフィルタ円盤で照射光の約2/3が吸収又は反射により失われるため、画面輝度が低くなるという問題があった。

【0006】高速のライトバルブとしては、他にヘッドマウントディスプレイ向けに、赤、緑、青のLEDを順次点灯して1枚のライトバルブで色順次表示を行うマイクロディスプレイ向けの反射型液晶パネルが開発されている。この液晶パネルを液晶プロジェクタに応用するには、DMDを使用した単板式カラープロジェクタで使用されているように回転カラーフィルタ円盤を用いて白色光源の白色光から赤、緑、青の光を取り出し、液晶パネルに順次投射することになる。この方式では、高速に応答する液晶ライトバルブが必要になる。

【0007】液晶ライトバルブの応答性は液晶材料の応答特性とスイッチング素子の応答特性に依存する。高速応答液晶材料としては強誘電液晶材料、反強誘電液晶材料が開発されているが、光を透過/遮断するデジタル的な動作をする材料であり、階調表現は光の透過時間を制御することで行うので非常に高速のスイッチング素子との組み合わせを必要とする。スイッチング素子として透過型液晶ライトバルブで広く使用されているアモルファスシリコンは電子移動度が小さく、高速のスイッチングには向かない。また、反射型液晶ライトバルブに使用されている結晶シリコンは電子移動度が高く、色順次方式に求められる高速でのスイッチングが可能である。この方

式は、液晶1画素で3原色カラー表示が可能であり、ライトバルブを3枚使用した3板方式に比べ3倍以上の高解像度のライトバルブが必要であるという従来の単板方式の問題点を解決できる。しかし、回転カラーフィルタ円盤を使用するため、光源からの光の1/3しか利用できず明るい画像が得られないという問題点は解決できない。

【0008】さらに、回転プリズムを利用した色順次表示方式のカラープロジェクタも知られている。たとえば、米国特許第5,528,318号明細書には、白色光源からの白色光を赤、緑、青のカラーバンドに分離し、回転プリズムによりこれらのカラーバンドをライトバルブ上を走査させることが開示されている。このものでは必要なパネルの解像度は3板方式の場合と同じで済む。また、カラーフィルタを使用しないので輝度が高いという効果がある。しかし、この方式のものはプリズムの回転に対し、カラーバンドの走査速度が一定では無いため、色むらが発生する問題や、カラーバンドの幅が狭いためバンドがある画素列を通過する時間は非常に短く、既存のDMDや強誘電性液晶パネルでは必要な階調をその時間内にPWM制御によって実現することができないという問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の単板式カラープロジェクタでは、既存のライトバルブを利用しつつ高輝度化を図り、しかも、低コストで十分な階調表現を実現するという課題を解決できなかった。請求項1及び2記載の発明は、既存のライトバルブを利用しつつ高輝度化、低コスト化を図り、しかも十分な階調表現ができる単板式カラープロジェクタを提供する。

【0010】請求項2記載の発明は、さらに、ライトバルブ上を走査するカラーバンドセットの方向転換によるロスを低減できる単板式カラープロジェクタを提供する。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、白色光源と、この白色光源からの白色光を複数の色の光束に分離すると共に各色の光束を異なった角度で反射する分離反射機構と、この分離反射機構からの各色の光束を、その各色の光束を所定の順序で配列した組をサブバンドとし、このサブバンドを複数、所定のピッチで配列したカラーバンドに変換する変換手段と、この変換手段からのカラーバンドを光変調を行うライトバルブ上に結像させる結像手段と、変換手段からのカラーバンドをライトバルブに対してそのカラーバンドのピッチだけ走査する走査手段と、ライトバルブで変調した光を投射する投射手段とを備えたものである。

【0012】請求項2記載の発明は、白色光源と、この白色光源からの白色光を複数の色の光束に分離すると共に各色の光束を異なった角度で反射する分離反射機構

と、この分離反射機構からの各色の光束を、その各色の光束を所定の順序で配列した組をサブバンドとし、このサブバンドを複数、所定のピッチで配列したカラーバンドに変換する変換手段と、この変換手段からのカラーバンドを光変調を行うライトバルブ上に結像させる結像手段と、変換手段を移動制御し、この変換手段からのカラーバンドをライトバルブに対してそのカラーバンドの複数ピッチ分連続的に走査する走査手段と、ライトバルブで変調した光を投射する投射手段とを備えたものである。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態)なお、この実施の形態は請求項1に対応した実施の形態について述べる。

【0014】まず、この実施の形態の概要について述べると、メタルハライドランプ等の白色光源からの白色光を、互いに傾いた3枚のダイクロイックミラー群により、互いに傾いた赤、緑、青の光束に分離し、この光束をレンチキュラレンズシステムによりそれぞれが赤、緑、青色の3つのサブバンドからなるカラーバンドセットの複数個に変換する。各色のサブバンドの幅は、カラーバンドセットのピッチの1/3より僅かに小さくする。カラーバンド全体の像を結合レンズにより、高速ライトバルブであるDMDパネルの上に結像させる。この像はDMDパネルの有効領域に対しカラーバンドのセット一つ分の幅だけオーバーフィルさせておく。

【0015】ガルバノミラーからなる走査光学系によりカラーバンド全体を一つのカラーバンドセットの幅だけDMDパネル上を等速で走査させる。カラーバンドセットがそのピッチだけ移動を完了すると、ガルバノミラーは急速に反転して逆向きの走査を行い、正逆走査を繰返す。

【0016】それぞれの色のサブバンドがDMDパネルのある与えられた画素の行を走査する際に、個々の画素のオン/オフ時間はプロジェクタの電子回路によりサブバンドの色と輝度の断面形状及び表示すべき画像のその画素色成分に応じて適切にコントロールされる。

【0017】これによれば、カラーサブバンドの幅が走査幅の約1/3にできるので、カラーサブバンドが画素を走査する時間は十分に長く、DMDパネルはPWM制御により十分な階調を達成できる。DMDパネルで変調した光は投射レンズによってスクリーンに投射される。

【0018】こうして、一枚のDMDパネルを使用しながら赤、緑、青の光の大部分を同時に利用でき高輝度化、低コスト化を図ることができる。また、単一のパネルを使用するので3色間の画素ずれの調整は不要となる。さらに、色合成ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムが不要となり、より一層の低コスト化を図ることができる。

【0019】以下、具体例について述べる。図1において、1はメタルハライドランプ等の白色光源で、この白色光源1を楕円反射鏡2の第1焦点位置に配置し、凹レンズ3をその焦点が第2焦点位置に一致するように第2焦点の手前、すなわち、白色光源側に配置している。

【0020】これにより、前記白色光源1からの発散した白色光は楕円反射鏡2で反射し、凹レンズ3を通過することで径が絞られた略平行な光束に変換される。なお、凹レンズ3に代えて凸レンズを使用し、この凸レンズをその焦点が楕円反射鏡2の第2焦点位置に一致するように第2焦点の後方に配置しても同様の作用効果が得られる。

【0021】前記凹レンズ3の後方に分離反射機構として3種のダイクロイックミラー4R、4G、4Bからなるダイクロイックミラーシステム4を配置している。前記各ダイクロイックミラー4R、4G、4Bは入射する光束に対して斜めに配置し、一番手前のダイクロイックミラー4Rは赤の波長帯の光を選択的に反射し、中央のダイクロイックミラー4Gは緑の波長帯の光を選択的に反射し、一番後方のダイクロイックミラー4Bは青の波長帯の光を選択的に反射する。

【0022】但し、白色光源1に近いダイクロイックミラーで反射した波長帯は白色光源1からより遠くに配置したダイクロイックミラーに到達することはないので、より遠くに配置したダイクロイックミラーにおいてはこれらの波長帯については反射しても反射しなくてもよい。すなわち、ダイクロイックミラー4Gは赤の波長帯については反射する特性であっても反射しない特性であってもよく、ダイクロイックミラー4Bは赤の波長帯及び緑の波長帯については反射する特性であっても反射しない特性であってもよい。

【0023】なお、各ダイクロイックミラー4R、4G、4Bにおいていずれも赤外域の波長を透過させる特性を持たせることでライトバルブの温度上昇を防止できる。

【0024】前記ダイクロイックミラー4Gは光束の入射角に対して45度傾けて配置し、前記ダイクロイックミラー4Rはダイクロイックミラー4Gに対して、例えば+4度傾けて配置し、前記ダイクロイックミラー4Bはダイクロイックミラー4Gに対して-4度傾けて配置している。これにより、ダイクロイックミラー4Gにより反射される緑の光束は90度曲げられ、また、ダイクロイックミラー4R、4Bにより反射される赤、青の光束は、緑の光束に対してそれぞれ-8度、+8度傾いた光束となる。

【0025】前記ダイクロイックミラーシステム4からの赤、緑、青の光束を変換手段であるレンチキュラレンズシステム5に入射している。前記レンチキュラレンズシステム5は、図2に示すように、粗ピッチのレンチキュラレンズ5aと細ピッチのレンチキュラレンズ5bを

組合わせたもので、例えば、プレスにより一枚のガラスの両側に粗ピッチレンチキュラレンズ5aと細ピッチレンチキュラレンズ5bを形成する。このレンズは、粗ピッチレンチキュラレンズ5aの1つの粗ピッチ円柱レンズに対し3個の細ピッチ円柱レンズが配置されるように形成している。

【0026】粗ピッチレンチキュラレンズ5aのある1つの粗ピッチ円柱レンズ5a1に垂直に入射した緑の光束は、そのレンズ5a1の焦点に集光した後、この粗ピッチ円柱レンズ5a1と共通の焦点を持ち、焦点距離が粗ピッチ円柱レンズ5a1の1/3またはそれ以下の細ピッチ円柱レンズ5bG1により、1/3またはそれ以下の径の光束に変換される。

【0027】また、前記粗ピッチ円柱レンズ5a1に-8度の傾きで入射した赤の光束は、そのレンズ5a1の焦点から少し離れた位置に集光する。そして、この集光点に焦点を持つ細ピッチ円柱レンズ5bR1により、1/3またはそれ以下の径の光束に変換される。

【0028】また、前記粗ピッチ円柱レンズ5a1に+8度の傾きで入射した青の光束は、そのレンズ5a1の焦点から少し離れた位置で赤の集光点とは反対側に集光する。そして、この集光点に焦点を持つ細ピッチ円柱レンズ5bB1により、1/3またはそれ以下の径の光束に変換される。

【0029】このようにしてレンチキュラレンズシステム5は、赤、緑、青の分離したサブバンドからなるカラーバンドセットを、入射光が入射する有効な粗ピッチ円柱レンズの個数に等しい数だけ生成する。

【0030】前記レンチキュラレンズシステム5から出射するカラーバンドセットの像を、そのカラーバンドのピッチだけ走査する走査手段を形成するガルバノミラー及びエンコーダ装置6のガルバノミラー6aの反射面に入射している。そして、前記ガルバノミラー6aからの反射光を結像手段を構成するカップリングレンズ7によりライトバルブとしてのDMD (Digital Micromirror Device) パネル8に結像させている。前記ガルバノミラー及びエンコーダ装置6のガルバノミラー6aはその回転軸の回り、すなわち、図中実線の矢印で示す方向に回転自在になっている。

【0031】そして、ガルバノミラー6aの初期状態においてDMDパネル8に投影されたカラーバンドセットの像は、水平方向(図1の紙面垂直方向)においてはDMDパネル8の有効エリアの幅をカバーしており、また、垂直方向においてはDMDパネル8の有効エリアの幅よりもカラーバンドセットのピッチ分だけ下方にはみ出すように設定されている。

【0032】また、前記ガルバノミラー6aの初期状態において、DMDパネル8の最上段の画素行を0とし、そこからXmmの距離だけ下がった場所に照射されるカラーバンドセットの色と明るさのパターンは、例えば、

図3に示すように、赤、緑、青の3つの山のパターン $f(x)$ を繰返すパターンとなる。

【0033】前記ガルバノミラー及びエンコーダ装置6において、ガルバノミラー6aをその回転軸の回りに、例えば、図1において反時計周りに等角速度で回転すると、DMDパネル8上のカラーバンドセット全体が垂直方向、すなわち、上方向に等速度 V で移動する。なお、実際には等速度に達するまでの助走区間が必要であるが、等速度運動を開始した時点初期状態、すなわち、 $t=0$ とする。

【0034】前記DMDパネル8の最上段の先頭行には、図4に示すように、移動時間 t に応じて、 $f(0+V \times t)$ のパターンで、赤、緑、青の光が順次照射される。また、前記DMDパネル8の最上段から N 番目の行には、図5に示すように、移動時間 t に応じて、 $f(N \times pt + V \times t)$ のパターンで、すなわち、位相だけが異なるパターンで赤、緑、青の光が順次照射される。

【0035】従って、カラーバンドセット全体がそのピッチだけ移動すると、DMDパネル8の全ての画素には、その位置によって位相だけが異なる同一のパターンの光が照射されることになる。そして、カラーバンドセットが、そのピッチだけ移動した後、ガルバノミラー6aは急速に向きを変えて今度は逆向きの等速度運動を開始する。このようにしてガルバノミラー6aは正逆の往復運動を繰返す。また、ガルバノミラー6aが方向を反転する間はDMDパネル8の駆動をオフにする。

【0036】なお、前記DMDパネル8に対して照射するカラーバンドセット全体の垂直方向の幅を、カラーバンドセットのピッチの複数倍、例えば M 倍だけ大きくし、カラーバンドセットの垂直方向の走査幅を $(M-1)$ 倍だけ大きくすれば、カラーバンドセットが垂直方向の上又は下にそのピッチの $(M-1)$ 倍移動するまではガルバノミラー6aの方向を反転する必要がなくなるので、方向反転の回数を減らすことができ、より明るい画像が得られる。但し、この場合は、カラーバンドセットの照射面積が大きくなるのでDMDパネル8に有効に照射される光量は若干減ることになる。

【0037】カラーバンドセットの色と明るさのパターン $f(x)$ を、例えば、カラープロジェクトの組立て時にセンサで読取るなどして、そのデータを不揮発性メモリのテーブルに格納し、前記ガルバノミラー及びエンコーダ装置6のエンコーダでカラーバンドの移動量を検出するとともに不揮発性メモリのテーブルのデータを参照すれば、ある画素に照射される光の色と明るさの強度を知ることができる。

【0038】これに基づき、表示すべき画像の対応する画素の3原色の成分のグレイスケールレベルが得られるように、カラーバンドセットが走査している間のDMDパネル8の画素をオンにするタイミングを制御すれば、DMDパネル8においてフルカラーの画像を生成し、投

射手段としての投射レンズ9でスクリーン上に投射することができる。

【0039】例えば、 N 番目の行のあるピクセルのオン／オフのタイミングを図6に示すように制御することにより、最初の順方向走査においては、緑 G が100%、青 B が50%、赤 R が25%の画素を表示し、次の逆方向走査においては、緑 G が0%、青 B が100%、赤 R が50%の画素を表示することになる。

【0040】このように、一枚のDMDパネル8を使用しながら赤、緑、青の光の大部分を同時に利用でき高輝度化、低コスト化を図ることができる。また、カラーバンドセットにおける各サブバンドの幅を走査幅の約 $1/3$ にできるので、サブバンドが画素を走査する時間は十分に長く、DMDパネル8はPWM制御により十分な階調を達成できる。

【0041】また、単一のパネルを使用するので3色間の画素ずれの調整は不要となる。さらに、色合成ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムが不要となり、より一層の低コスト化を図ることができる。

(第2の実施の形態) この実施の形態は請求項1に対応した実施の形態について述べる。なお、前述した実施の形態と同一の部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0042】前述した第1の実施の形態では白色光から赤、緑、青の光束を分離する分離反射機構としてダイクロイックミラーシステムを使用した。この実施の形態では、例えば、レンズ機能を持たせた位相体積型ホログラム素子からなる位相体積型回折格子(Phase Volume Grating)11を使用する。この位相体積型回折格子11は、入射光を互いに少しずつ傾いた赤、緑、青の光束に分離する機能を持っている。また、粗ピッチレンチキュラレンズの機能も持っている。

【0043】従って、この実施の形態で使用する赤、緑、青の分離したサブバンドからなるカラーバンドセットを作成するレンチキュラレンズシステム12としては、細ピッチのレンチキュラレンズの機能があればよい。

【0044】図7に示すように、凹レンズ3からの白色光をレンズ機能を持たせた位相体積型ホログラム素子からなる位相体積型回折格子11に入射し、この位相体積型回折格子11で入射光を互いに少しずつ傾いた赤、緑、青の光束に分離し、レンチキュラレンズシステム12に入射させる。

【0045】前記レンチキュラレンズシステム12は入射する赤、緑、青の光束を、赤、緑、青の分離したサブバンドからなるカラーバンドセットを複数個生成する。サブバンドは走査幅の約 $1/3$ の幅になっている。

【0046】前記レンチキュラレンズシステム12の細ピッチのレンチキュラレンズから出射するカラーバンドセットの像をカップリングレンズ7で集光し、ガルバノ

ミラー及びエンコーダ装置6のガルバノミラー6aで反射させた後、偏光ビームスプリッタ13を介して反射型液晶パネルからなるライトバルブ14に結像させている。

【0047】そして、前記ライトバルブ14から出射するフルカラー画像を前記偏光ビームスプリッタ13を介して投射レンズ9によりスクリーン上に投射するようにしている。このような構成においても、前述した実施の形態と同様、高輝度化及び低コスト化を図ることができる。また、十分な階調表現ができる。

【0048】なお、前述した各実施の形態では、カラーバンドをそのカラーバンドのピッチだけ走査する走査手段としてガルバノミラーを使用したものについて述べたがこれに限定するものではなく、例えば、頂角を電氣的に調整できる可変頂角プリズムを使用してもよく、また、カップリングレンズを移動制御する機構を使用してもよい。

(第3の実施の形態) この実施の形態は請求項2に対応した実施の形態について述べる。なお、前述した実施の形態と同一の部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0049】図8に示すように、この実施の形態では変換手段として平板状のレンチキュラレンズシステム5を使用し、走査手段として、このレンチキュラレンズシステム5を図中矢印で示すように前方及び手前に往復移動制御するリニアモータ及びエンコーダ装置21を使用する。前記レンチキュラレンズシステム5は入射する赤、緑、青の光束を、赤、緑、青の分離したサブバンドからなるカラーバンドセットを複数個生成する。サブバンドは走査幅の約1/3の幅になっている。

【0050】前記レンチキュラレンズシステム5の細ピッチのレンチキュラレンズから出射するカラーバンドセットの像を反射ミラー22で反射させた後、カップリングレンズ7によりライトバルブとしてのDMDパネル8に結像させている。

【0051】前記リニアモータ及びエンコーダ装置21の初期状態においてDMDパネル8に投影されたカラーバンドセットの像は、水平方向(図8の紙面垂直方向)においてはDMDパネル8の有効エリアの幅をカバーし、また、垂直方向においてはDMDパネル8の有効エリアの幅よりもカラーバンドセットの複数ピッチ分下方にはみ出すように前記レンチキュラレンズシステム5の長さが長く設定されている。

【0052】また、前記リニアモータ及びエンコーダ装置21の初期状態において、DMDパネル8の最上段の画素行を0とし、そこからXmmの距離だけ下がった場所に照射されるカラーバンドセットの色と明るさのパターンは、例えば、図9に示すように、赤、緑、青の3つの山のパターン $f(x)$ を繰返すパターンとなる。

【0053】前記リニアモータ及びエンコーダ装置21

によりレンチキュラレンズシステム5を前方に押し出すように等速度で移動すると、DMDパネル8上のカラーバンドセット全体が垂直方向、すなわち、上方向に等速度Vで移動する。なお、実際には等速度に達するまでの助走区間が必要であるが、等速度運動を開始した時点初期状態、すなわち、 $t=0$ とする。

【0054】前記DMDパネル8の最上段の先頭行には、図10に示すように、移動時間 t に応じて、 $f(0+V \times t)$ のパターンで、赤、緑、青の光が順次照射される。カラーバンドセットがそのピッチだけ移動すると、レンチキュラレンズシステム5への入射光は初期状態と同等になる。

【0055】そして、レンチキュラレンズシステム5の長さがカラーバンドセットの複数ピッチ分だけ入射光の幅よりも長くなっているため、カラーバンドセットの走査を複数回連続して行うことができる。図10は、走査を2回連続して行った場合を示している。

【0056】このように、レンチキュラレンズシステム5の長さを大きくすることで、1回の順方向走査や逆方向走査においてカラーバンドセットの複数ピッチ分走査できるので、順方向から逆方向、あるいは逆方向から順方向への方向転換の回数を減らすことができる。

【0057】前記レンチキュラレンズシステム5の端が入射光の端に達すると、方向転換を行い、リニアモータ及びエンコーダ装置21は、今度はレンチキュラレンズシステム5を手前に引くように逆向きの等速度運動を行う。このようにして、リニアモータ及びエンコーダ装置21は、レンチキュラレンズシステム5の往復移動を繰返す。そして、方向転換の間はDMDパネル8の駆動をオフにするのでロスが発生する。

【0058】最上段からN番目の行には、図11に示すように、移動時間 t に応じて、 $f(N \times p + V \times t)$ のパターンで、すなわち、位相だけが異なるパターンで赤、緑、青の光が順次照射される。

【0059】カラーバンドセットの色と明るさのパターン $f(x)$ を、例えば、カラープロジェクトの組立て時にセンサで読取るなどして、そのデータを不揮発性メモリのテーブルに格納し、前記リニアモータ及びエンコーダ装置21のエンコーダでカラーバンドの移動量を検出するとともに不揮発性メモリのテーブルのデータを参照すれば、ある画素に照射される光の色と明るさの強度を知ることができる。

【0060】これに基づき、表示すべき画像の対応する画素の3原色の成分のグレイスケールレベルが得られるように、カラーバンドセットが走査している間のDMDパネル8の画素をオンにするタイミングを制御すれば、DMDパネル8においてフルカラーの画像を生成し、投射レンズ9でスクリーン上に投射することができる。

【0061】例えば、N番目の行のあるピクセルのオン／オフのタイミングを図12に示すように制御すること

により、最初の順方向走査においては、緑Gが100%、青Bが50%、赤Rが25%の画素を表示し、2回目の順方向走査においては、緑Gが0%、青Bが50%、赤Rが100%の画素を表示することになる。

【0062】このように、順方向の走査をカラーバンドセットの複数ピッチ分行った後に方向転換し、逆方向の走査を同じくカラーバンドセットの複数ピッチ分行った後に再び方向転換するようにして方向転換する回数を減らしているので、方向転換に伴うロスを低減できる。

【0063】そして、この実施の形態においても、前述した実施例と同様に、一枚のDMDパネル8を使用しながら赤、緑、青の光の大部分を同時に利用でき高輝度化、低コスト化を図ることができる。また、カラーバンドセットにおける各サブバンドの幅を走査幅の約1/3にできるので、サブバンドが画素を走査する時間は十分に長く、DMDパネル8はPWM制御により十分な階調を達成できる。

(第4の実施の形態) この実施の形態は請求項2に対応した実施の形態について述べる。なお、前述した実施の形態と同一の部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0064】前述した第3の実施の形態では、変換手段として、平板状のレンチキュラレンズシステムを使用し、走査手段として、このレンチキュラレンズシステムを前方及び手前に往復移動制御するリニアモータ及びエンコーダ装置を使用した。この実施の形態では、図13に示すように、変換手段として、円筒体の側面に形成した円筒状のレンチキュラレンズシステム31を使用し、走査手段として、このレンチキュラレンズシステム31を図中矢印方向に回転するモータ等の駆動手段を使用する。

【0065】そして、前記レンチキュラレンズシステム31の円筒内に、白色光源1、楕円反射鏡2、凹レンズ3、ダイクロイックミラーシステム4及び凹レンズ3からの白色光をダイクロイックミラーシステム4に入射させる反射ミラー32を収納している。前記レンチキュラレンズシステム31は内周面に粗ピッチレンチキュラレンズを形成し、外周面に細ピッチレンチキュラレンズを形成している。

【0066】この実施の形態では、ダイクロイックミラーシステム4で分離された赤、緑、青の光束はレンチキュラレンズシステム31によって赤、緑、青の分離したサブバンドからなるカラーバンドセットに変換されるが、レンチキュラレンズシステム31が駆動手段により等速度回転されることにより、カラーバンドセットがDMDパネル8上をR→G→B→R→G→B→…のように方向転換することなく連続的に走査する。

【0067】このようにレンチキュラレンズシステム31を一方方向に回転することでカラーバンドセットがDMDパネル8の上を方向転換することなく連続的に走査で

きる。この実施例においても、前述した実施の形態と同様、高輝度化及び低コスト化を図ることができ、また、充分な階調表現ができる。

(第5の実施の形態) この実施の形態は請求項2に対応した実施の形態について述べる。なお、前述した実施の形態と同一の部分には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0068】前述した第3の実施の形態では白色光から赤、緑、青の光束を分離する分離反射機構としてダイクロイックミラーシステムを使用した。この実施の形態では、例えば、レンズ機能を持たせた位相体積型ホログラム素子からなる位相体積型回折格子(Phase Volume Grating)11を使用する。この位相体積型回折格子11は、入射光を互いに少しずつ傾いた赤、緑、青の光束に分離する機能を持っている。また、粗ピッチレンチキュラレンズの機能も持っている。

【0069】従って、この実施の形態で使用する赤、緑、青の分離したサブバンドからなるカラーバンドセットを作成するレンチキュラレンズシステム12としては、細ピッチのレンチキュラレンズの機能があればよい。

【0070】図14に示すように、凹レンズ3からの白色光をレンズ機能を持たせた位相体積型ホログラム素子からなる位相体積型回折格子11に入射し、この位相体積型回折格子11で入射光を互いに少しずつ傾いた赤、緑、青の光束に分離し、レンチキュラレンズシステム12に入射させる。

【0071】前記レンチキュラレンズシステム12は入射する赤、緑、青の光束を、赤、緑、青の分離したサブバンドからなるカラーバンドセットを複数個生成する。サブバンドは走査幅の約1/3の幅になっている。そして、前記位相体積型回折格子11及びレンチキュラレンズシステム12を一体化してリニアモータ及びエンコーダ装置21により図中矢印で示すように前方及び手前に往復移動制御するようになっている。そして、前記位相体積型回折格子11及びレンチキュラレンズシステム12は、その長さがカラーバンドセットの複数ピッチ分だけ入射光の幅よりも長く設定されている。従って、この実施の形態においてもカラーバンドセットの走査を複数回連続して行うことができる。

【0072】前記レンチキュラレンズシステム12の細ピッチのレンチキュラレンズから出射するカラーバンドセットの像をカップリングレンズ7で集光し、反射ミラー41で反射させた後、偏光ビームスプリット13を介して反射型液晶パネルからなるライトバルブ14に結像させている。

【0073】そして、前記ライトバルブ14から出射するフルカラー画像を前記偏光ビームスプリット13を介して投射レンズ9によりスクリーン上に投射するように

している。このような構成においても、順方向の走査をカラーバンドセットの複数ピッチ分を行った後に方向転換し、逆方向の走査を同じくカラーバンドセットの複数ピッチ分を行った後に再び方向転換するようにして方向転換する回数を減らしているため、方向転換に伴うロスを低減できる。そして、この実施例においても前述した実施の形態と同様、高輝度化及び低コスト化を図ることができる。

【0074】なお、前述した第3及び第5実施の形態ではカラーバンドをそのカラーバンドの複数ピッチ分連続的に走査する走査手段としてリニアモータを使用したものについて述べたがこれに限定するものではなく、例えば、回転モータとカムを使用してレンチキュラレンズシステムを往復移動制御してもよい。

【0075】また、前述した各実施の形態ではライトバルブとしてDMDパネル又は反射型液晶パネルを使用したものについて述べたがこれに限定するものではなく、透過型液晶パネルを使用してもよく、要は、色順次表示を行うに足る応答等速度特性を有するライトバルブであればよい。

【0076】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1及び2記載の発明によれば、既存のライトバルブを利用しつつ高輝度化、低コスト化を図り、しかも充分な階調表現ができる。また、請求項2記載の発明によれば、さらに、ライトバルブ上を走査するカラーバンドセットの方向転換によるロスを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す概略構成図。

【図2】同実施の形態におけるレンチキュラレンズシステムの構成及び作用を説明するための部分拡大図。

【図3】同実施の形態におけるカラーバンドセットのパターンを示す図。

【図4】同実施の形態においてDMDパネルの先頭行に照射されるカラーバンドセットの照射パターンを示す図。

【図5】同実施の形態においてDMDパネルの第N行に照射されるカラーバンドセットの照射パターンを示す図。

【図6】同実施の形態におけるDMDパネルの第N行のある画素の駆動パターンを示す図。

【図7】本発明の第2の実施の形態を示す概略構成図。

【図8】本発明の第3の実施の形態を示す概略構成図。

【図9】同実施の形態におけるカラーバンドセットのパターンを示す図。

【図10】同実施の形態においてDMDパネルの先頭行に照射されるカラーバンドセットの照射パターンを示す図。

【図11】同実施の形態においてDMDパネルの第N行に照射されるカラーバンドセットの照射パターンを示す図。

【図12】同実施の形態におけるDMDパネルの第N行のある画素の駆動パターンを示す図。

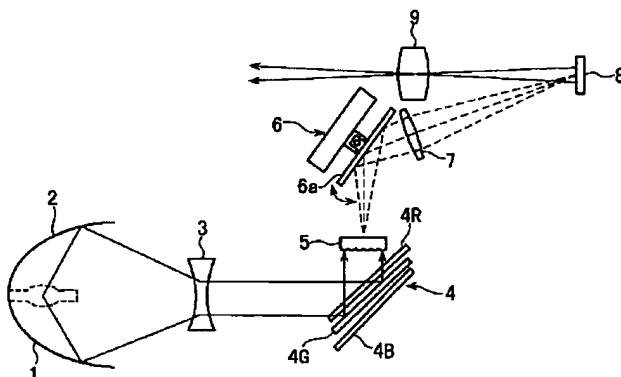
【図13】本発明の第4の実施の形態を示す概略構成図。

【図14】本発明の第5の実施の形態を示す概略構成図。

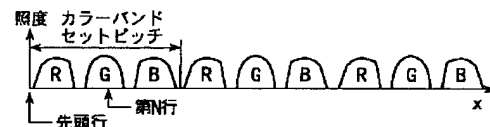
【符号の説明】

- 1…白色光源
- 4…ダイクロイックミラーシステム（分離反射機構）
- 5…レンチキュラレンズシステム（変換手段）
- 6…ガルバノミラー及びエンコーダ装置（走査手段）
- 7…カップリングレンズ（結像手段）
- 8…DMDパネル（ライトバルブ）
- 9…投射レンズ（投射手段）

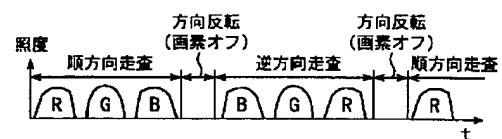
【図1】



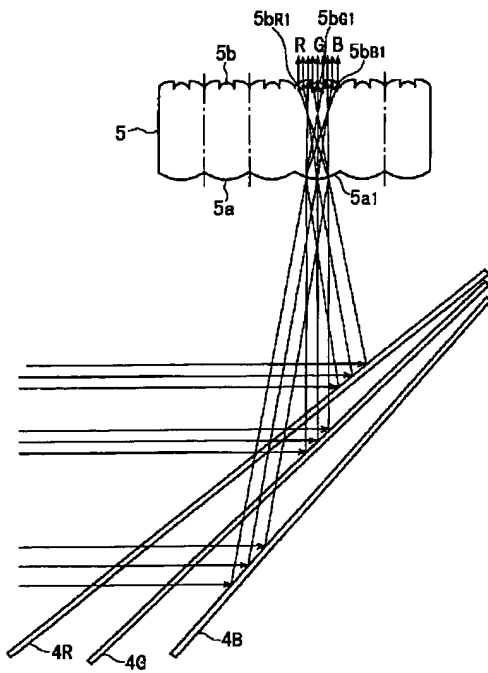
【図3】



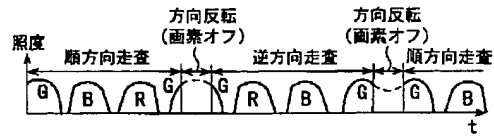
【図4】



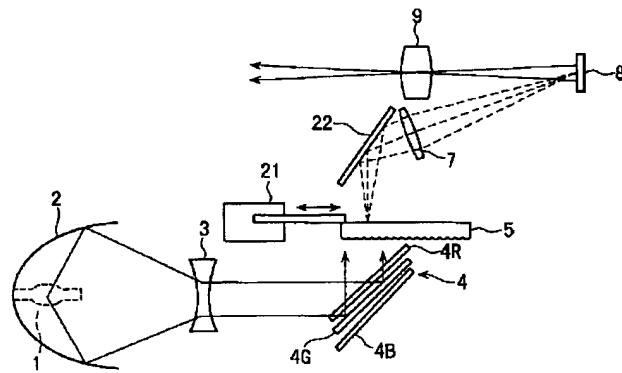
【図2】



【図5】

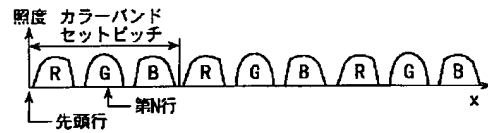
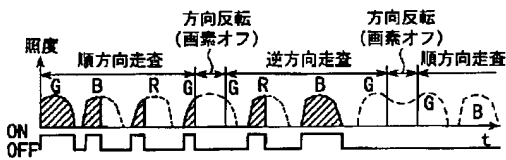


【図8】



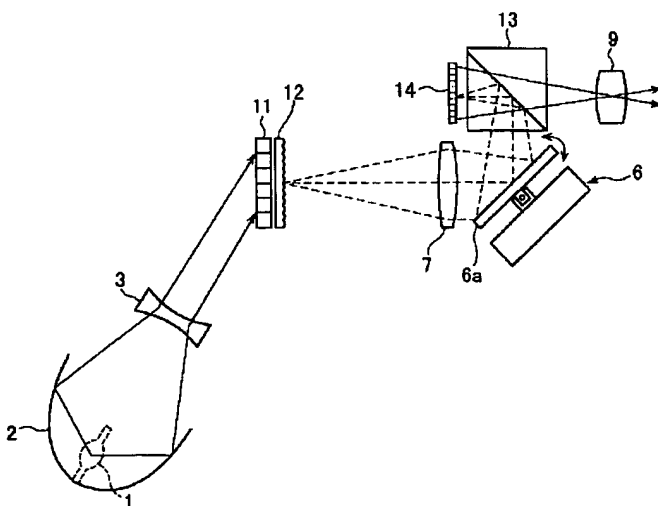
【図9】

【図6】

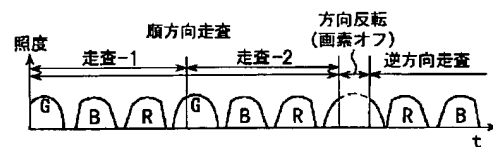


【図10】

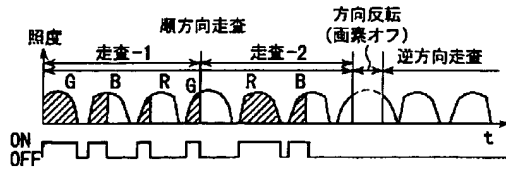
【図7】



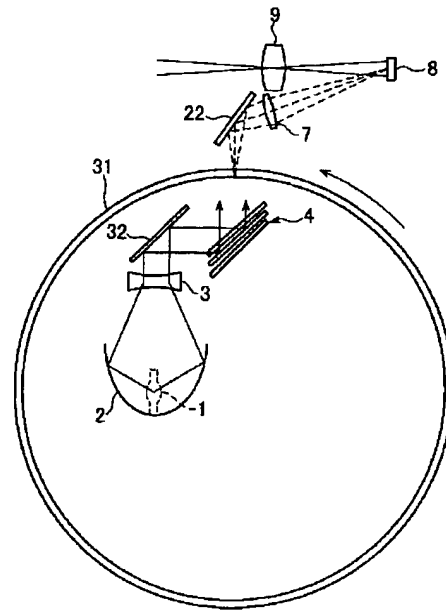
【図11】



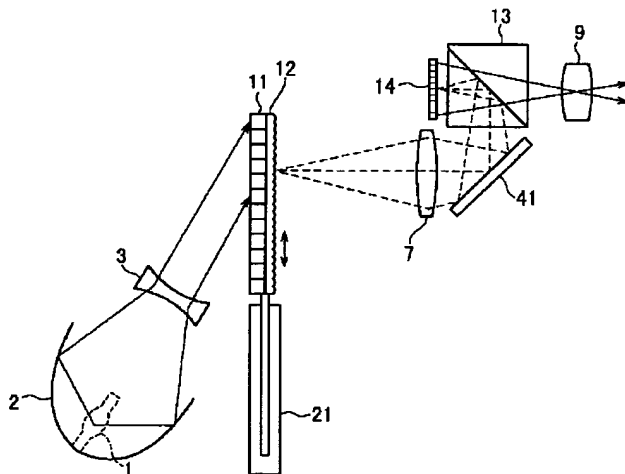
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

H04N 9/31

識別記号

F I

H04N 9/31

テマコード (参考)

C

(72)発明者 原畑 光男

神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ビー・エム株式会社大和事業所内

(72)発明者 金子 明徳

神奈川県藤沢市藤沢1031番地 小島ビル
株式会社アパティ内

Fターム(参考) 2H088 EA13 EA15 EA16 HA10 HA13
HA20 HA21 HA24 HA26 MA06
MA20
2H091 FA05X FA10X FA19X FA26X
FA28X FA41X LA12 LA15
LA16 MA07
5C060 BA03 BA08 BC01 EA01 GA01
GB01 GB06 HB00 HC01 HC03
HC19 HC24 JA11 JA18 JB06